

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: **YOSHIKATA, Kuniaki, et al.**

Group Art Unit:

Serial No.: 10/730,013

Examiner: **Not Yet Assigned**

Filed: **December 9, 2003**

For: **FUEL CELL**

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Date: February 5, 2004

Sir:

The benefit of the filing dates of the following prior foreign applications are hereby requested for the above-identified application, and the priority provided in 35 U.S.C. 119 is hereby claimed:

Japanese Appln. No. 2002-356782, filed December 9, 2002

Japanese Appln. No. 2002-383184, filed November 12, 2003


In support of this claim, the requisite certified copies of said original foreign applications are filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the applicants have complied with the requirements of 35 U.S.C. 119 and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of said certified copies.

In the event that any fees are due in connection with this paper, please charge our Deposit Account No. 01-2340.

Respectfully submitted,

ARMSTRONG, KRATZ, QUINTOS,
HANSON & BROOKS, LLP


William G. Kratz, Jr.
Attorney for Applicants
Reg. No. 22,631

WGK/bjb
Atty. Docket No. **031312**
Suite 1000
1725 K Street, N.W.
Washington, D.C. 20006
(202) 659-2930



23850

PATENT TRADEMARK OFFICE

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年11月12日
Date of Application:

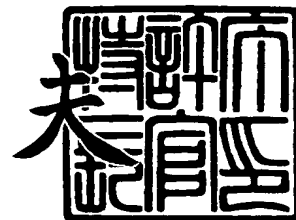
出願番号 特願2003-383184
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP2003-383184]

出願人 大日本印刷株式会社
Applicant(s):

2003年12月12日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 4392003JP
【提出日】 平成15年11月12日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01M 8/02
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 大日本印刷株式会社内
 【氏名】 坂元 宏年
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 大日本印刷株式会社内
 【氏名】 芳片 邦聡
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 大日本印刷株式会社内
 【氏名】 三上 豪一
【特許出願人】
 【識別番号】 000002897
 【氏名又は名称】 大日本印刷株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100065215
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 三枝 英二
 【電話番号】 06-6203-0941
【選任した代理人】
 【識別番号】 100094101
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 舘 泰光
【選任した代理人】
 【識別番号】 100114616
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 眞下 晋一
【選任した代理人】
 【識別番号】 100124028
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 松本 公雄
【選任した代理人】
 【識別番号】 100124039
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 立花 顕治
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 001616
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

電解質、燃料極、及び空気極を有する単電池セルを少なくとも 1 つ備えた燃料電池であって、

前記単電池セルを支持する基板を備えており、

前記電解質が前記基板の一方面に配置されるとともに、前記燃料極及び空気極のいずれか一方の電極が前記電解質上に配置され、

他方の電極は、前記一方の電極と非接触状態で、しかも、少なくとも一部が前記基板の一方面に配置されて前記電解質と接触している固体酸化物形燃料電池。

【請求項 2】

前記他方の電極は、前記基板の一方面に前記電解質と隣接した状態で配置され、

前記電解質の厚みは、前記他方の電極の厚みよりも大きい請求項 1 に記載の固体酸化物形燃料電池。

【請求項 3】

前記一方の電極は燃料極であり、他方の電極は空気極である請求項 1 または 2 に記載の固体酸化物形燃料電池。

【請求項 4】

前記単電池セルは前記基板上に複数個配置され、当該複数の単電池セル間はインターコネクターを介して接続されている請求項 1 から 3 のいずれかに記載の固体酸化物形燃料電池。

【請求項 5】

前記電解質、燃料極、及び空気極は、印刷によって形成されている請求項 1 から 4 のいずれかに記載の固体酸化物形燃料電池。

【請求項 6】

前記基板の他方面に配置され、電解質、燃料極及び空気極を有する少なくとも 1 つの単電池セルをさらに備え、当該単電池セルにおいては、

前記電解質が前記基板の他方面に配置されるとともに、前記燃料極及び空気極のいずれか一方の電極が前記電解質上に配置され、

他方の電極は、前記一方の電極と非接触状態で、しかも、少なくとも一部が前記基板の他方面に配置されて前記電解質と接触している請求項 1 から 5 のいずれかに記載の固体酸化物形燃料電池。

【請求項 7】

前記基板は、絶縁性のセラミックス系材料から構成されている請求項 1 から 6 のいずれかに記載の固体酸化物形燃料電池。

【書類名】明細書**【発明の名称】固体酸化物形燃料電池****【技術分野】****【0001】**

本発明は、固体電解質を用いた固体酸化物形燃料電池（SOFC）に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来より、固体酸化物形燃料電池のセルデザインとして、平板型（スタック型）、円筒型（チューブ型）などが提案されている。

【0003】

平板型セルは、板状の電解質の表面及び裏面に燃料極及び空気極をそれぞれ配置したものであり、こうして形成されたセルはセパレーターを介して複数個積層された状態で使用される。セパレーターは各セルに供給される燃料ガスと空気とを完全に分離する役割を果たしており、各セルとセパレーターとの間にはガスシールが施されている（例えば、特許文献1）。しかしながら、この平板型セルでは、セルに対して圧力をかけてガスシールを施すため、セルが振動や熱サイクルなどに対して脆弱であるなどの欠点があり、実用化に大きな課題を有している。

【0004】

一方、円筒型セルは、円筒形の電解質の外周面及び内周面に燃料極及び空気極をそれぞれ配置したものであり、円筒縦縞型、円筒横縞型などが提案されている（例えば、特許文献2）。ところが、円筒型セルは、ガスシール性に優れるという利点を有する一方、平板型セルに比べて構造が複雑であるため、製造プロセスが複雑になり、製造コストが高くなるという欠点がある。

【0005】

さらに、次の問題もある。平板型セル及び円筒型セルのいずれも、性能を向上させるためには電解質の薄膜化が要求され、電解質材料のオーミック抵抗の低減が必要となるが、電解質が薄すぎると脆弱化してしまい、耐振性や耐久性が低下するという問題があった。

【0006】

このため、上述した平板型、円筒型に代わる燃料電池として、燃料極及び空気極を固体電解質からなる基板の同一面上に配置し、燃料および空気の混合ガスを供給することにより発電が可能な非隔膜式固体酸化物形燃料電池が提案されている（例えば、特許文献3）。この燃料電池によれば、燃料ガスと空気とを分離する必要がないため、セパレーター及びガスシールが不要となり、構造及び製造工程の大幅な簡略化を図ることができる。

【0007】

また、この非隔膜式固体酸化物形燃料電池では、酸素イオンの伝導が固体電解質の表層付近で起こり、燃料極と空気極とを固体電解質の同一面上に近接して形成するため、平板型や円筒型のように電解質の厚みが電池の性能に直接影響することはない。したがって、電池の性能を維持したまま電解質の厚みを増すことができ、これによって脆弱性を改善することが可能となる。

【特許文献1】特開平5-3045号公報（第1頁、第6図）

【特許文献2】特開平5-94830号公報（第1頁、第1図）

【特許文献3】特開平8-264195号公報（第2-3頁、第1図）

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0008】**

上記のように、特許文献3に記載の燃料電池では、電解質を基板として使用し、その一方面に複数の燃料極及び空気極を配置している。しかしながら、電解質において電池反応に必要とされるのは電極近傍の部分であるため、上記のように基板として用いた電解質では、電池反応に寄与していない部分が多く存在していた。ここで、電解質の材料コストは決して安くはないことから、このように電池反応に寄与しない部分が存在すると、コストパ

パフォーマンスが低下するという問題があった。

【0009】

本発明は、上記問題を解決するためになされたものであり、電池性能を低下させることなく、コストパフォーマンスを増大することが可能な固体酸化物形燃料電池を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は、電解質、燃料極、及び空気極を有する単電池セルを少なくとも1つ備えた燃料電池であって、上記問題を解決するためになされたものであり、前記単電池セルを支持する基板を備えており、前記電解質が前記基板の一方面に配置されるとともに、前記燃料極及び空気極のいずれか一方の電極が前記電解質上に配置され、他方の電極が、前記一方の電極と非接触状態で、しかも、少なくとも一部が前記基板の一方面に配置されて前記電解質と接触していることを特徴としている。

【0011】

この構成によれば、一方の電極を基板上の電解質の上に配置するとともに、他方の電極を基板上で電解質と接触させた状態で配置している。これにより、電池反応に不要な電解質をできるだけ用いることなく、単電池セルを構成することができるため、燃料電池のコストパフォーマンスを向上することができる。

【0012】

このとき、他方の電極と一方の電極とが非接触状態を維持できるのであれば、他方の電極を電解質上の一部に配置することもできる。また、他方の電極を基板上に配置する場合には、他方の電極の厚みを調節するだけで、両電極の非接触状態を形成することができる。すなわち、他方の電極の厚みを電解質の厚みよりも小さくすれば非接触状態を形成するため、燃料電池が微小になっても、両電極間の距離の調整を容易に行うことができる。また、厚みの調整によって両電極間の距離の微小化を容易に行うことができる。

【0013】

ここで、一方の電極を燃料極とし、他方の電極を空気極とすることで、次の効果を得ることができる。すなわち、燃料極を電解質上に配置することで、燃料極と電解質の界面、つまり電池反応に影響する三相界面を大きくすることができるため、安定した電池性能を得ることができる。

【0014】

上記のように構成された単電池セルを基板上に複数個配置し、これらをインターコネクターで接続することもできる。これによって、同一基板上に多数の燃料極及び空気極を形成できるため、高い発電出力を得ることができる。このとき、複数の単電池セルは、直列または並列に接続してもよいし、直列及び並列が混在した状態で接続することもできる。

【0015】

特に、単電池セルを直列に接続した場合には次の効果を得ることができる。例えば、従来例では、一枚の基板上に燃料極及び空気極からなる電極体を複数個配置しているため、これら電極体の間の電解質によって起電力の相殺が発生する可能性があった。これに対して、本発明では、複数の単電池セルを直列に接続しても、隣り合う単電池セル間に電解質が存在しないため、起電力の相殺が発生する可能性がなく、高い出力を得ることができる。

【0016】

上記燃料電池においては、上記電解質、燃料極、及び空気極を、印刷によって形成することが好ましい。こうすることで、厚み、寸法の精密な調整が可能になり、両電極間の距離を正確に調整することができる。また、これに起因して電池反応に必要な部分に対して任意に電解質を形成することが可能になるため、使用する電解質の量を最小限に少なく抑えることができ、さらなるコストの低減が可能となる。

【0017】

上記燃料電池では、基板の一方面に単電池セルを配置しているが、基板の他方面にも配

置することができる。すなわち、基板の一方面に加え、他方面に少なくとも1つの単電池セルを配置し、この単電池セルにおける電解質を基板の他方面に配置するとともに、燃料極及び空気極のいずれか一方の電極をこの電解質上に配置し、他方の電極を、一方の電極と非接触状態で、しかも、少なくとも一部が基板の他方面に配置されて電解質と接触するようにすればよい。これにより、同一基板上に上記構成の多数の単電池セルを形成できるため、燃料電池をコンパクトにしたままで、高い発電出力を得ることができる。

【0018】

また、この燃料電池に使用する基板は、耐熱性の観点から、絶縁性のセラミックス系材料で構成することが好ましい。

【発明の効果】

【0019】

本発明に係る固体酸化物形燃料電池によれば、電池性能を低下させることなく、コストパフォーマンスを増大することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

以下、本発明に係る固体酸化物形燃料電池の第1実施形態について図面を参照しつつ説明する。図1は本実施形態に係る燃料電池の一部断面図である。

【0021】

図1に示すように、この燃料電池は、電解質3、燃料極5、及び空気極7を有する1個の単電池セルCを備え、この単電池セルCが基板1上に支持されている。

【0022】

電解質3は、基板1の上面（一方面）に矩形状に形成されており、その上面には電解質3とほぼ同じ形状の燃料極5が形成されている。そして、基板1において電解質3と隣接する位置には、空気極7が形成されている。空気極7は、電解質3の側面に当接するとともに、その厚みが電解質3よりも小さくなっている。すなわち、空気極7の上面は、電解質3の上面よりも低い位置にある。これにより、燃料極5と空気極7とは、電解質3と空気極7との厚みの差Dに相当する距離をおいて配置されていることになる。

【0023】

次に、上記燃料電池を構成する材料について説明する。基板1は、電解質3及び空気極7との密着性に優れ、且つ、1500℃以上の耐熱性に優れた材料で形成されることが好ましい。具体的には、アルミナ系材料、シリカ系材料、チタン系材料等のセラミックス系材料を好ましく用いることができる。なお、基板1の厚みは、ある程度の耐久性を維持するという観点から、100μm以上にすることが好ましい。

【0024】

電解質3の材料としては、固体酸化物形燃料電池の電解質として公知のものを使用することができ、例えば (Ce, Sm) O₃, (Ce, Gd) O₃, (La, Sr) (Ga, Mg) O₃, スカンジア安定化ジルコニア (ScSZ), イットリア安定化ジルコニア (YSZ) などの酸素イオン伝導性セラミックス系材料を用いることができる。また、電解質3の厚みは、例えば100μm~1mmであることが好ましく、10~500μmであることがさらに好ましく、50~200μmであることが特に好ましい。

【0025】

燃料極5及び空気極7は、セラミックス粉末材料により形成することができる。このとき用いられる粉末の粒径は、通常10nm~100μmであり、好ましくは100nm~10μmである。

【0026】

燃料極5を形成するセラミックス粉末材料としては、例えば、ニッケルと酸素イオン伝導性材料との混合物を用いることができる。このとき用いられる酸素イオン伝導性材料としては、例えば (Ce, Sm) O₃, (Ce, Gd) O₃ などのセリア系、(La, Sr) (Ga, Mg) O₃ などのランタン・ガレード系、スカンジウム安定化ジルコニア (ScSZ) やイットリア安定化ジルコニア (YSZ) などのジルコニア系などの酸素イオン伝導

性セラミックス材料を挙げることができ、このようなセラミックス材料と、ニッケルとの混合物で燃料極 5 を形成することが好ましい。このうち、ニッケル-セリア系酸化物のサーメットで燃料極 5 を形成することが特に好ましい。なお、酸素イオン伝導性セラミックス材料とニッケルとの混合形態は、物理的な混合形態であってもよいし、ニッケルへの粉末修飾などの形態であってもよい。また、上述したセラミックス材料は、1 種を単独で、或いは 2 種以上を混合して使用することができる。

【0027】

空気極 7 を形成するセラミックス粉末材料としては、例えば、ペロブスカイト型金属酸化物を使用することができる。具体的には $(\text{Sm}, \text{Sr})\text{CoO}_3$, $(\text{La}, \text{Sr})\text{MnO}_3$, $(\text{La}, \text{Sr})\text{CoO}_3$, $(\text{La}, \text{Sr})(\text{Fe}, \text{Co})\text{O}_3$, $(\text{La}, \text{Sr})(\text{Fe}, \text{Co}, \text{Ni})\text{O}_3$ などを挙げることができる。これらセラミックス粉末は、1 種を単独で使用することもできるし、2 種以上を混合して使用することもできる。

【0028】

上記電解質 3、燃料極 5、及び空気極 7 は、上述した材料を主成分として、さらにワニス、感光性高分子、有機溶媒などが適量加えられることにより形成される。そして、これら空気極 3 及び燃料極 5 の膜厚は焼結後に $1\mu\text{m} \sim 500\mu\text{m}$ となるように形成するが、 $10\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$ とすることが好ましい。但し、空気極 7 の厚みは、上記したように電解質 3 の厚みよりも小さくすることが好ましい。

【0029】

次に、上記燃料電池の製造方法の一例を図 2 を参照して示す。まず、単電池セルを支持する基板 1 を準備する。基板 1 の材質は上述した通りである。続いて、上述した電解質 3、燃料極 5、及び空気極 7 用の粉末材料を主成分として、これらそれぞれにワニス、感光性高分子、有機溶媒などを適量加えて混練し、電解質ペースト、燃料極ペースト、空気極ペーストをそれぞれ作成する。各ペーストの粘度は、次に説明するスクリーン印刷に適合するように $10^3 \sim 10^6 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 程度であることが好ましい。

【0030】

次に、基板 1 上にスクリーン印刷法によって電解質ペーストを矩形状に塗布した後、所定の時間及び温度で乾燥を行うことにより、電解質 3 を形成する（図 2（a））。そして、燃料極ペーストをスクリーン印刷法により電解質 3 上に塗布した後、所定の時間及び温度で乾燥・焼結し、燃料極 5 を形成する（図 2（b））。このとき、燃料極ペーストは、電解質 3 とほぼ同じ大きさに塗布する。これに続いて、基板 1 上の、電解質 3 と隣接する位置に空気極ペーストを矩形状に塗布する。このとき、空気極ペーストは、電解質 3 の側面と当接するようにし、さらに電解質 3 の厚みよりも薄くなるように塗布する。こうして塗布した空気極ペーストを、所定時間及び温度で乾燥・焼結して空気極 7 を形成する。以上の工程によって、図 1 に示す燃料電池が形成される。

【0031】

上記のように構成された燃料電池は、次のように発電が行われる。まず、各単電池セル C の一方面上に、メタンやエタンなどの炭化水素からなる燃料ガスと空気との混合ガスを高温の状態（例えば、 $400 \sim 1000^\circ\text{C}$ ）で供給する。これにより、燃料極 5 と空気極 7 との間の電解質 3 で、酸素イオン伝導が起こって発電が行われる。

【0032】

以上のように本実施形態に係る燃料電池では、空気極 7 と電解質 5 とを隣接した状態で配置するとともに、この電解質 3 上に燃料極 5 を配置している。これにより、従来例のように電池反応に不要な電解質 3 をできるだけ用いることなく、単電池セルを構成することができるため、燃料電池のコストパフォーマンスを向上することができる。

【0033】

また、この燃料電池では、電解質 3 の厚みを空気極 7 の厚みよりも大きくし、これによって両電極 5、7 が接触しないようにしている。すなわち、電解質 3 の厚みと空気極 7 の厚みとの差が両電極 5、7 間の距離となっている。したがって、電解質 3 または空気極 7 の厚みを調整するだけで、両電極 5、7 間の距離を調整できるため、例えば、燃料電池が

微小化しても、両電極 5, 7 を容易に非接触状態にすることができ、燃料電池の製造を容易に行うことができる。

【0034】

以上、本発明の一実施形態について説明したが、本発明は、これに限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない限りにおいて種々の変更が可能である。例えば、上記実施形態では、空気極 7 の厚みを電解質 3 の厚みよりも小さくすることで、両電極 5, 7 の非接触状態を実現しているが、これ以外の形態によって非接触状態を実現することもできる。例えば、図 3 (a) に示すように、電解質 3 及び空気極 7 の厚みを略同一にしても、燃料極 5 を電解質 3 上面全体に塗布せずに空気極 7 から隙間 S をあけて離間した状態にしておけば、上記実施形態と同様に燃料電池のコストパフォーマンスを向上することができる。或いは、図 3 (b) 及び図 3 (c) に示すように、燃料極 5 と空気極 7 とが隙間 S をあけて離間していれば、空気極 7 の一部が電解質 3 の上面に形成されていてもよい。すなわち、図 3 (b) に示すように、空気極 7 の一部の厚みを大きくしてこの部分が電解質 3 上に配置されるようにしたり、図 3 (c) に示すように、空気極 7 全体の厚みを大きくしてその一部分が電解質 3 上に配置されるようにすることができる。こうすることで、図 3 (a) に示すように、電解質 3 と空気極 7 とを正確に同一の厚さにする必要がないので、印刷による燃料電池の形成が容易になる。

【0035】

また、上記実施形態では、単電池セル C を 1 個用いて燃料電池を構成しているが、これを複数用いてもよい。この場合、複数の単電池セルは、インターコネクターで接続する。この場合の例を図 4 に示す。同図に示すように、この例では、2 個の単電池セル C を示しているが、これ以上の単電池セルを用いることもできる。そして、各単電池セル C 間では、一方の単電池セル C (同図の右側) の燃料極 5 と他方の単電池セル C (同図の左側) の空気極 7 とをインターコネクター 9 によって接続している。

【0036】

インターコネクター 9 は、Pt, Au, Ag, Ni, SUS, 又は La (Cr, Mg) O₃, (La, Ca) CrO₃, (La, Sr) CrO₃ などのクロム系材料によって形成することができ、これらのうちの 1 種を単独で使用してもよいし、2 種以上を混合して使用してもよい。また、上記電解質等と同様に、これらの材料を主成分として、さらにワニス、感光性高分子、有機溶媒などが適量加え、焼結後の厚みが 1 μm ~ 500 μm となるように形成するのが好ましく、10 μm ~ 100 μm とすることがさらに好ましい。

【0037】

このように、複数の単電池セル C を用いることで、高い発電出力を得ることができる。なお、複数の単電池セル C は、直列または並列に接続してもよいし、直列及び並列が混在した状態で接続することもできる。但し、直列に接続すると、次の利点がある。例えば、従来例では、一枚の基板上に燃料極及び空気極からなる電極体を複数個配置しているため、これら電極体の間の電解質によって起電力の相殺が発生する可能性があった。これに対して、本発明では、上記のように複数の単電池セルを直列に接続しても、各単電池セル C が所定間隔をおいて配置され、隣り合う単電池セル C 間に電解質 3 が存在しないため、起電力の相殺が発生しない。したがって、従来例に比べ、高い出力を得ることができる。

【0038】

また、上記実施形態では、基板 1 の一方面にのみ単電池セル C を形成しているが、基板 1 の他方面にこれらを形成してもよい。このときの製造方法としては、例えば基板 1 の一方面に電解質 3、燃料極 5、及び空気極 7 を形成する各工程において、基板 1 の他方面にも電解質、燃料極、及び空気極をそれぞれ同様に形成し、基板 3 の両面に同じ形態の単電池セルを形成する。こうすることで、燃料電池をコンパクトにしたままで、高い発電出力を得ることができる。

【0039】

また、上記実施形態では、電解質 3 の上面に燃料極 5 を形成し、電解質 3 と隣接する位置に空気極 7 を形成しているが、電極 5, 7 の形成位置を反対にすることもできる。但し

、燃料極 5 を電解質 3 の上面に配置すれば、燃料極 5 と電解質 3 との界面、つまり電池反応に影響する三相界面を容易に大きくすることができるため、安定した電池反応を得ることができて有利である。

【0040】

上記実施形態では、各ペーストの塗布にスクリーン印刷法を用いているが、これに限定されるものではなく、リソグラフィ法、ロールコート法、グラビアロールコート法、ディスペンサーコート法、その他一般的な印刷法を用いることができる。また、印刷後の後工程として、静水圧プレス、油圧プレス、その他の一般的なプレス工程を用いることができる。

【実施例】

【0041】

以下に実施例を挙げて、本発明をさらに詳細に説明する。実施例として図 1 に示す固体酸化物形燃料電池を作成する。基板として厚さ 1 mm の Al_2O_3 を使用する。電解質の材料として SDC [$(\text{Ce}, \text{Sm})\text{O}_3$] 粉末 ($0.1 \sim 10 \mu\text{m}$ 、平均粒径 $5 \mu\text{m}$) を使用し、セルロース系ワニスと混合して電解質ペーストを作製した。電解質ペーストの粘度はスクリーン印刷法に適した $5 \times 10^5 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ とした。また、燃料極の材料として、酸化ニッケル (NiO) 粉末 (粒径 $0.01 \sim 1 \mu\text{m}$ 、平均粒径 $0.1 \mu\text{m}$) と、SDC [$(\text{Ce}, \text{Sm})\text{O}_3$] 粉末 (粒径 $1 \sim 10 \mu\text{m}$ 、平均粒径 $5 \mu\text{m}$) とを重量比で 7 : 3 となるように混合した後、セルロース系ワニスと混合し、燃料極ペーストを作製した。燃料極ペーストの粘度はスクリーン印刷に適した $5 \times 10^5 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ とした。また、空気極の材料として、SSC [$(\text{Sm}, \text{Sr})\text{CoO}_3$] 粉末 ($0.1 \sim 10 \mu\text{m}$ 、平均粒径 $3 \mu\text{m}$) を使用し、セルロース系ワニスと混合して空気極ペーストを作製した。空気極ペーストの粘度も同様に、スクリーン印刷法に適した $5 \times 10^5 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ とした。

【0042】

次に、基板上にスクリーン印刷によって電解質ペーストを $520 \times 7000 \mu\text{m}$ の範囲、厚み $200 \mu\text{m}$ で塗工し、 130°C で 15 分間乾燥した。続いて、電解質上に $500 \times 7000 \mu\text{m}$ の範囲、厚み $50 \mu\text{m}$ で燃料極ペーストをスクリーン印刷によって塗工し、 130°C で 5 分間乾燥した後、 1450°C で 1 時間焼結した。これに続いて、空気極ペーストを電解質の側面と接触するように塗工し、 130°C で 5 分間乾燥した後、 1200°C で 1 時間焼結した。このとき、空気極ペーストは、 $500 \times 7000 \mu\text{m}$ の範囲で厚さ $180 \mu\text{m}$ となるように塗工した。これにより、燃料極と空気極との距離が $20 \mu\text{m}$ となる燃料電池が形成された。

【0043】

また、比較例を以下のように製造した。図 5 に示すように、この燃料電池は、電解質 51 の一方面に燃料極 53 と空気極 55 とを所定間隔をおいて配置したものである。燃料極 53 及び空気極 55 は $500 \times 7000 \mu\text{m}$ の矩形状で厚みを $50 \mu\text{m}$ に形成し、両電極 53、55 の間隔を $500 \mu\text{m}$ にした。なお、電解質 51、燃料極 53、及び空気極 55 を構成する材料は、実施例と同じである。

【0044】

こうして、形成された実施例及び比較例に対して、次のような評価実験を行った。すなわち、メタンと空気との混合ガスを 800°C で導入し、 $\text{CH}_4 + 1/2 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2 + \text{CO}$ の反応を起こさせることで、燃料極 5 である酸化ニッケルを還元処理した後、電流-電圧特性の評価を行った。なお、還元処理を行うには、上記混合ガスの代わりに水素ガスを導入してもよい。

【0045】

その結果、実施例では、作動温度 800°C において、 $800 \pm 10 \text{ mV}$ の起電力が得られ、さらに $250 \pm 10 \text{ mA} / \text{cm}^2$ の出力を得ることができた。一方、比較例では、同じ作動温度で、 $600 \pm 10 \text{ mV}$ の起電力が得られ、さらに $150 \pm 10 \text{ mA} / \text{cm}^2$ の出力が得られた。したがって、実施例では、比較例と比べて約 2/3 の面積の電解質を用いても、両電極間の距離を小さくすることができるため、低コストで高い起電力及び出力

を得ることができた。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 4 6 】

【図 1】 本発明に係る固体酸化物形燃料電池の一実施形態の断面図である。

【図 2】 図 1 に示す燃料電池の製造方法の一例を示す図である。

【図 3】 本発明に係る燃料電池の他の例を示す断面図である。

【図 4】 本発明に係る燃料電池の他の例を示す断面図である。

【図 5】 比較例を示す平面図（a）及び正面図（b）である。

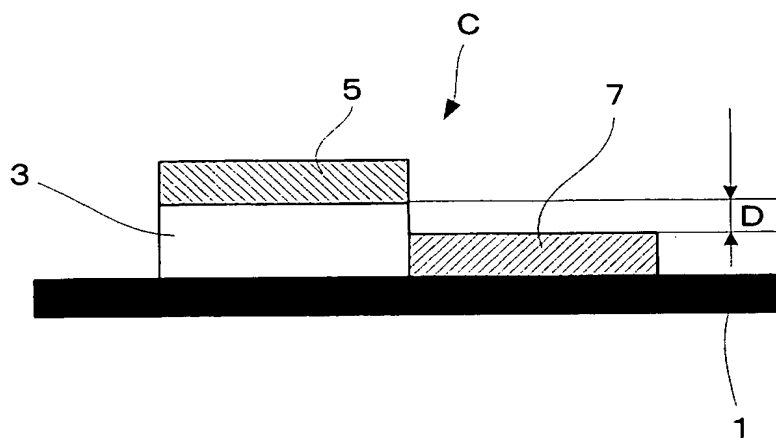
【符号の説明】

【 0 0 4 7 】

- 1 基板
- 3 電解質
- 5 燃料極
- 7 空気極
- 9 インターコネクター

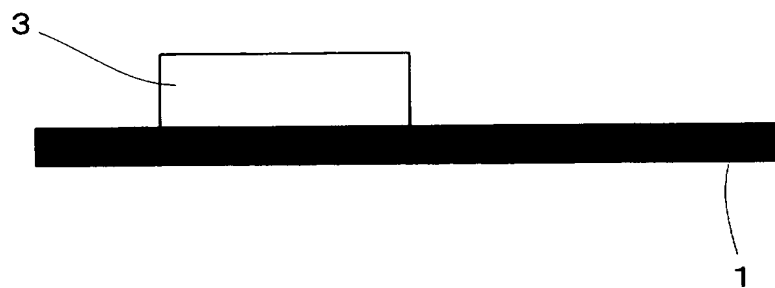
【書類名】 図面

【図 1】

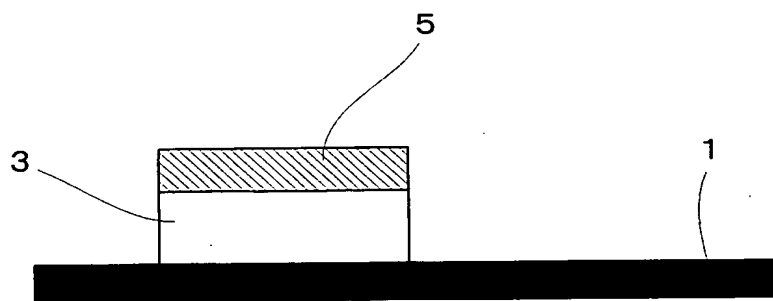


【図 2】

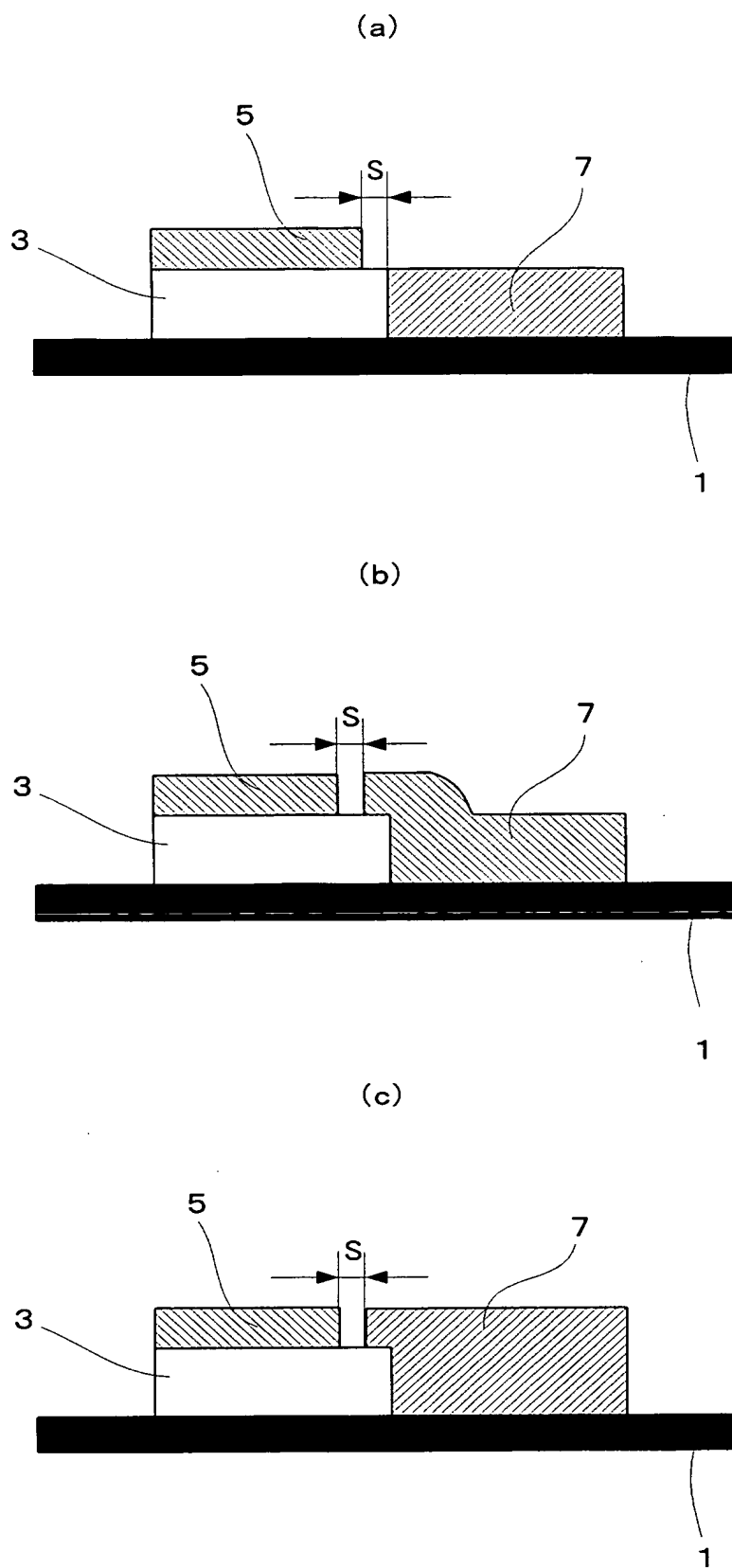
(a)



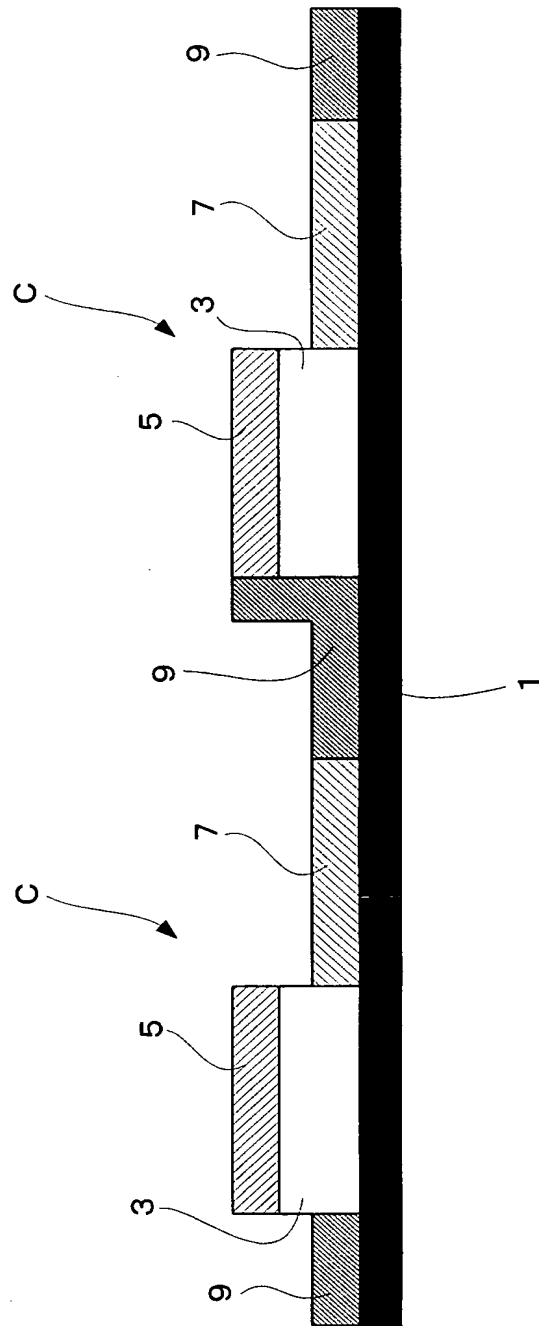
(b)



【図 3】

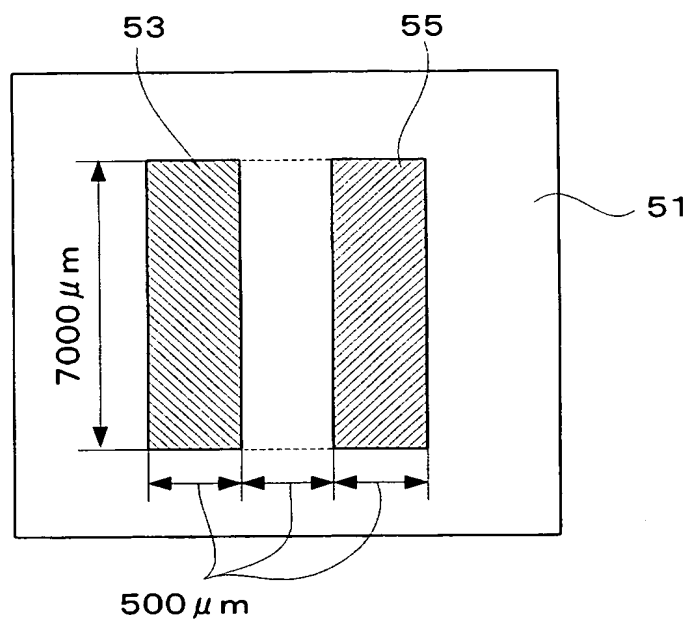


【図 4】

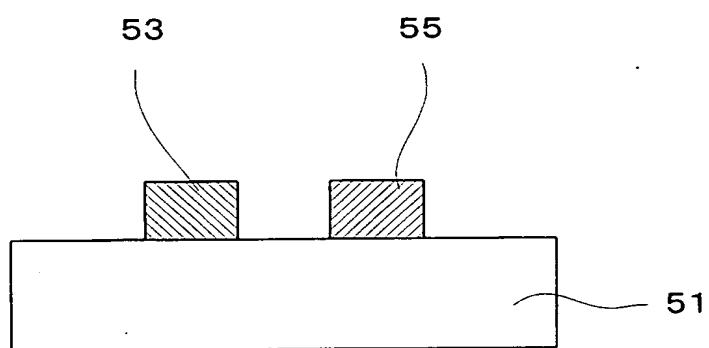


【図 5】

(a)



(b)



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 電池性能を低下させることなく、コストパフォーマンスを増大することが可能な固体酸化物形燃料電池を提供する。

【解決手段】 電解質 3、燃料極 5、及び空気極 7 を有する単電池セル C を少なくとも 1 つ備えた燃料電池であって、単電池セル C を支持する基板 1 を備えており、電解質 3 が基板 1 の一方面に配置されるとともに、燃料極 5 が電解質 3 上に配置されるとともに、空気極 7 は、電解質 3 と隣接した状態で基板 1 の一方面に配置され、電解質 3 の厚みが空気極 7 の厚みよりも大きくなっている。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 3 8 3 1 8 4

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 2 8 9 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都新宿区市谷加賀町一丁目 1 番 1 号

氏 名

大日本印刷株式会社